

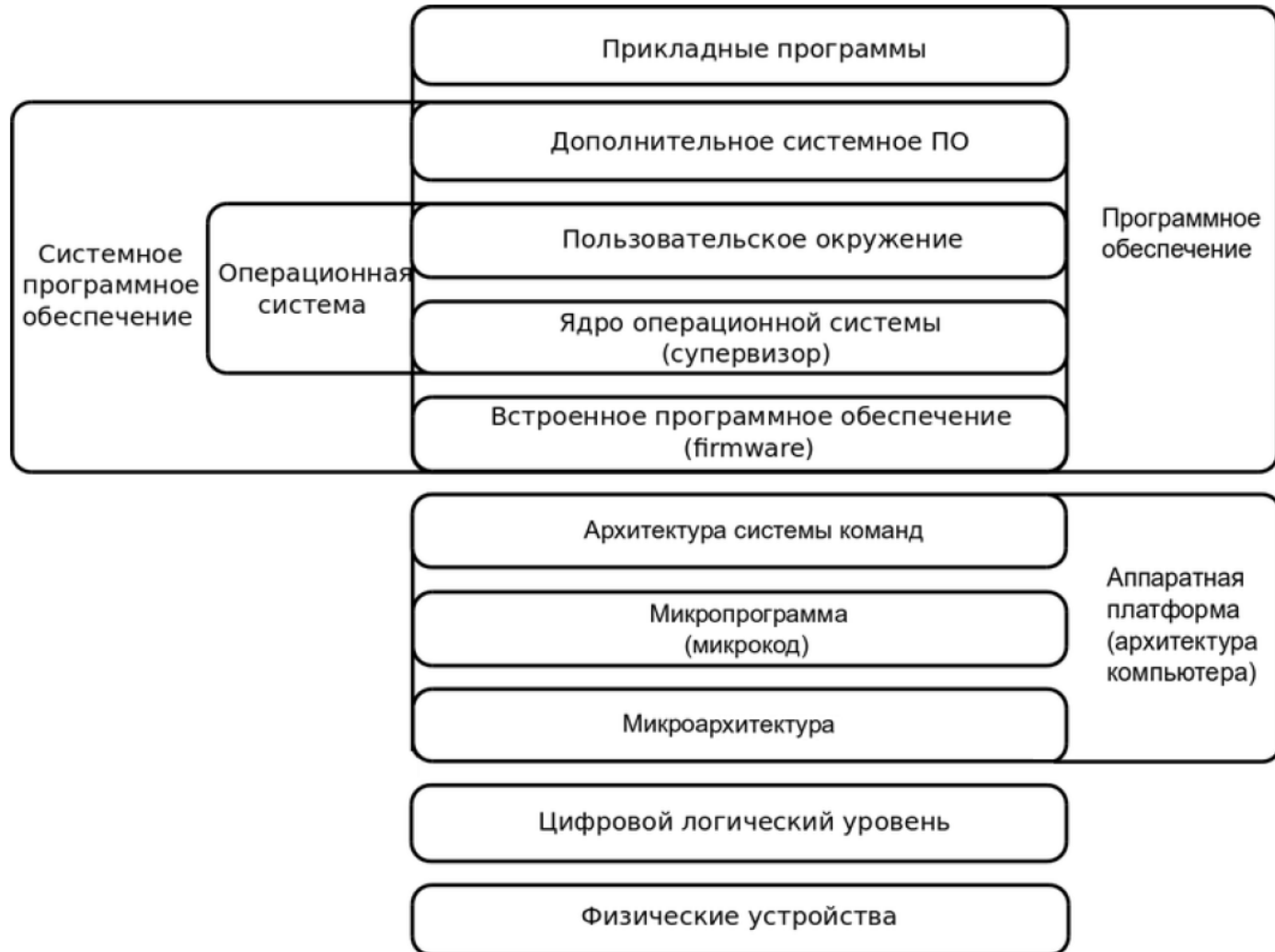
# **Лекция 3**

## **Уровни абстракции вычислительной техники**

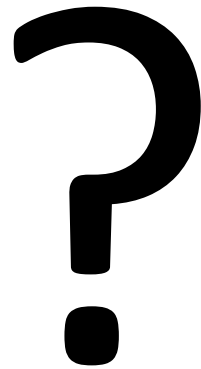
**Ефимов Александр Владимирович**  
**E-mail: alexandr.v.efimov@sibguti.ru**

**Курс «Архитектура вычислительных систем»**  
**СибГУТИ, 2019**

# Уровни вычислительного средства

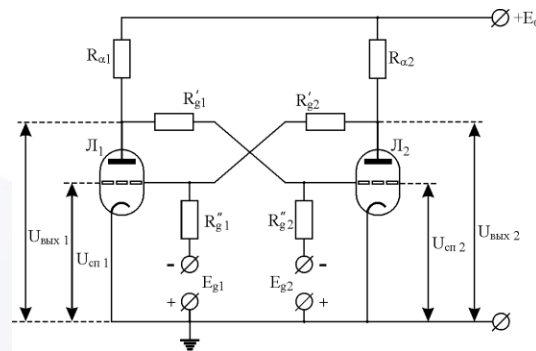


# Теоретические основы

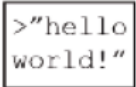



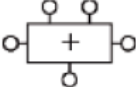






# Теоретические основы

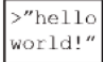



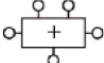




- Понятия числа, системы счисления, информации.
- Математическая логика, алгебра, теория чисел, вычислительная и дискретная математика (теория автоматов), кибернетика.
- Понятие триггера (М.А. Бонч-Бруевич, 1918 г.)
- Теорема Котельникова (1933 г.).
- Теория алгоритмов (А. Тьюринг, 1936 г.)



# Уровни абстракции вычислительного средства

Application Software		Programs	Уровень прикладных программ
Operating Systems		Device Drivers	Уровень операционной системы
Architecture		Instructions Registers	Уровень архитектуры
Micro-architecture		Datapaths Controllers	Уровень микроархитектуры
Logic		Adders Memories	Уровень логических устройств
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates	Уровень цифровых схем
Analog Circuits		Amplifiers Filters	Уровень аналоговых схем
Devices		Transistors Diodes	Уровень электронных компонентов
Physics		Electrons	Уровень физики (материалы, процессы).

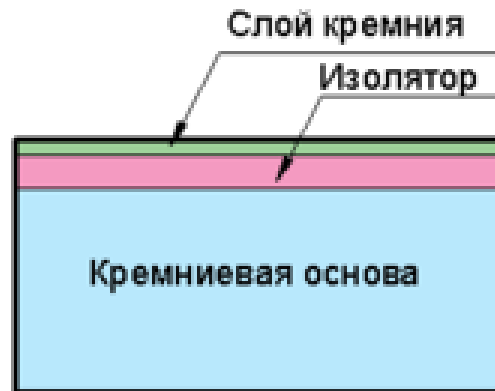
# Уровень физики

Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

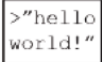



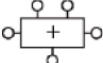




Поведение электронов описывается квантовой механикой и системой уравнений Максвелла.

Физические ограничения:

- Скорость света;
- Размер подложки Si, макс. D 400 мм



# Уровень физики

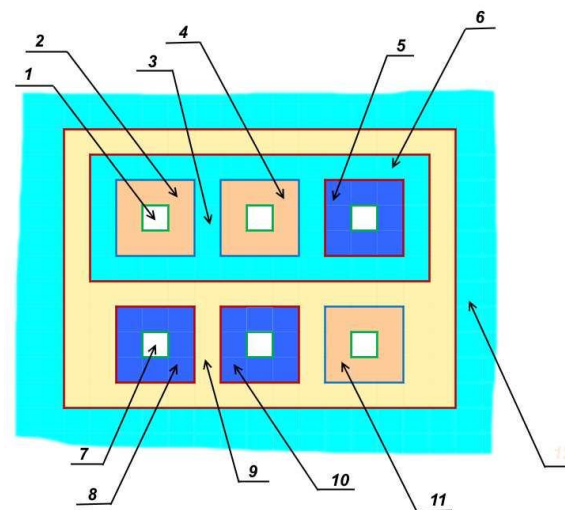
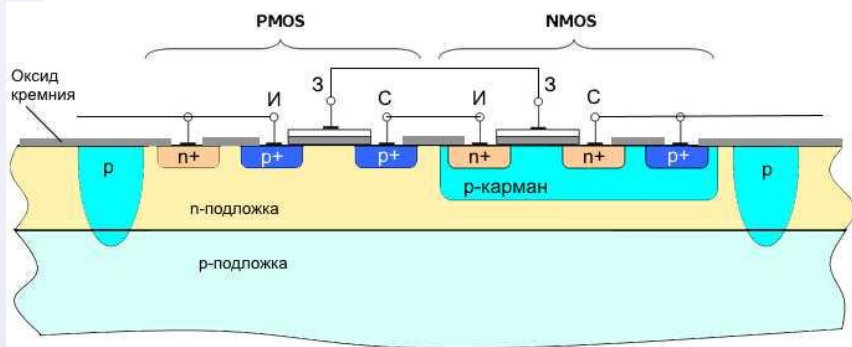
Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

Подложки из монокристаллического сапфира

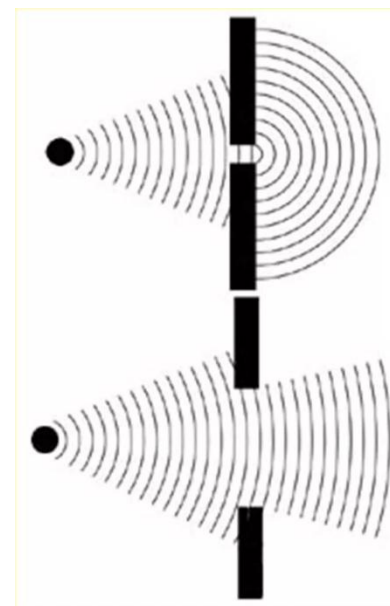
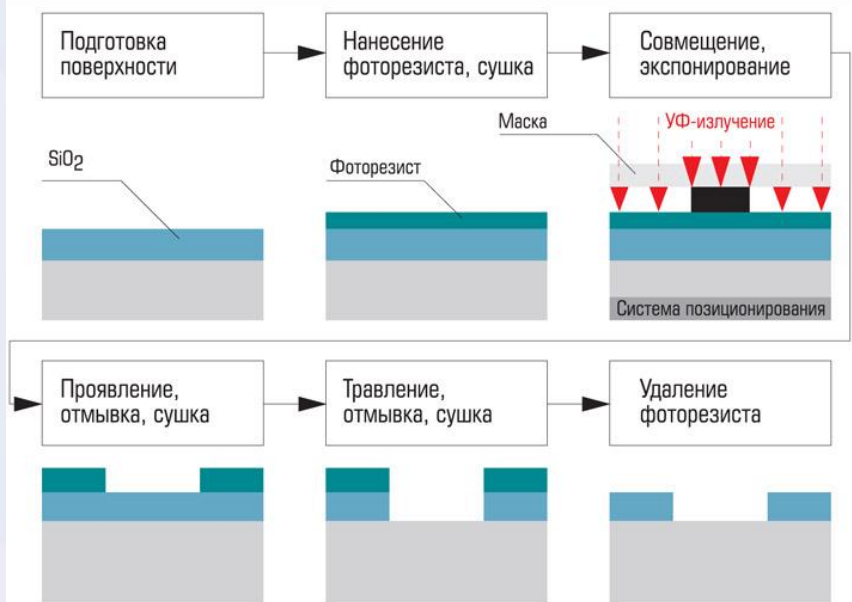
- размер подложки  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , макс. D 300 мм
- устойчивость к радиации



# Производство электронных компонентов

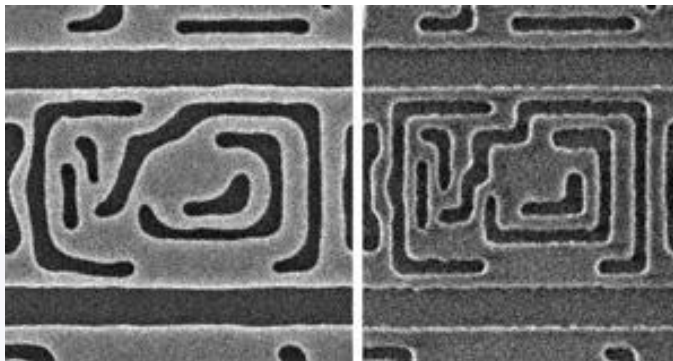
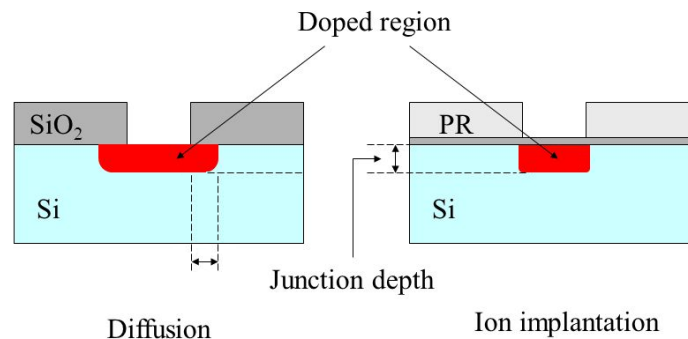
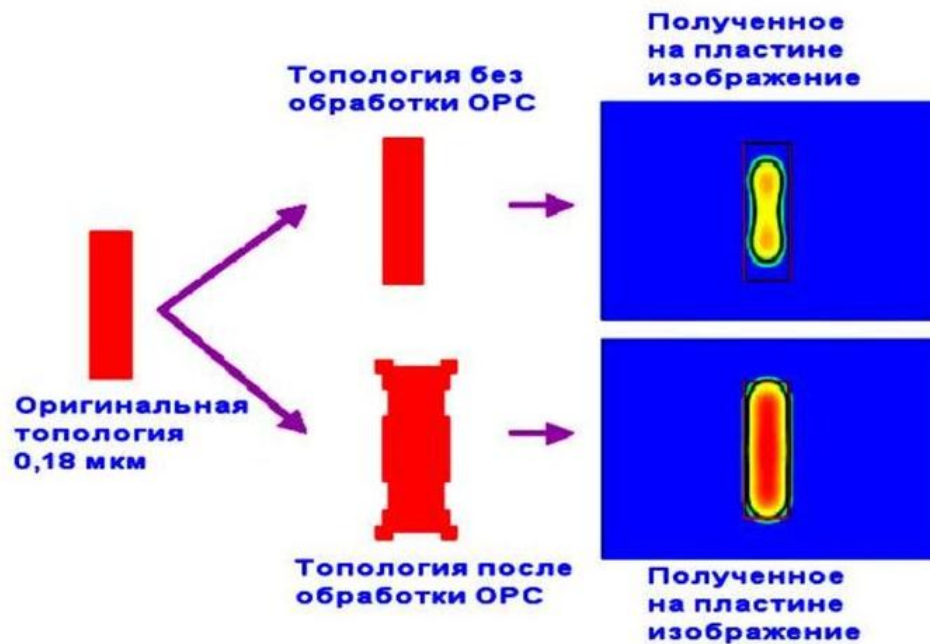


## Технологический процесс фотолитографии

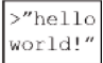


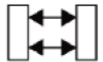
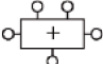








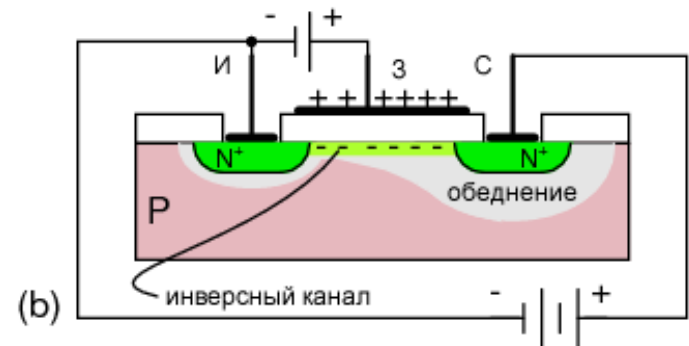
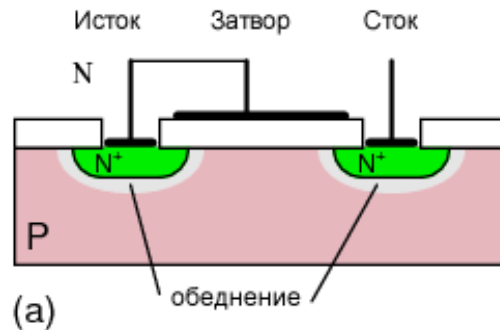
# Производство электронных компонентов






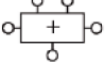




# Уровень электронных КОМПОНЕНТОВ

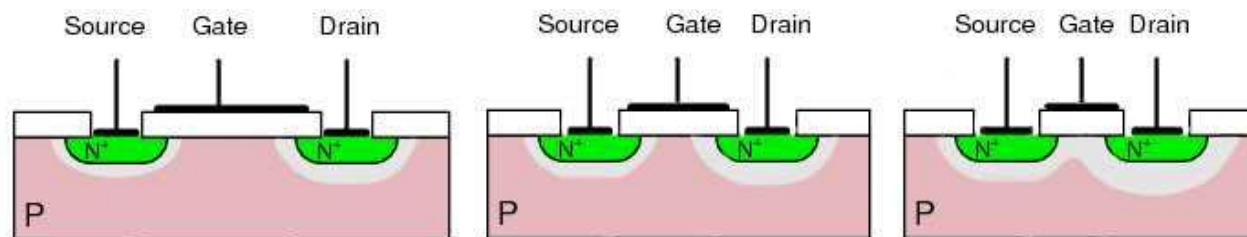
Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

- Электронная система состоит из полупроводниковых устройств (devices), таких как транзисторы. Каждое устройство имеет четко определенные точки соединения с другими подобными устройствами.

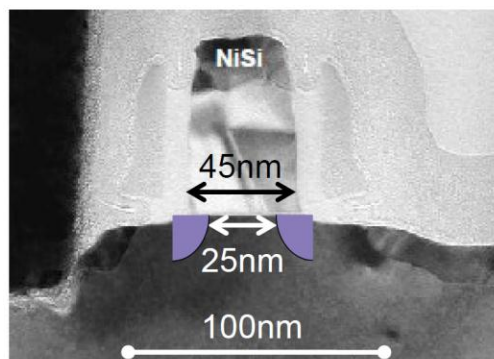


# Технологический процесс

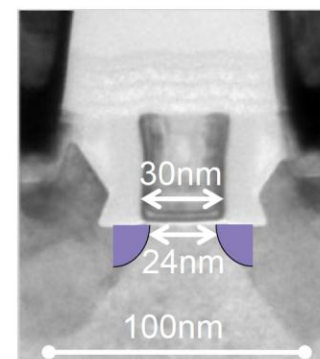
Application Software	>"hello world!"	Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons



90 nm node

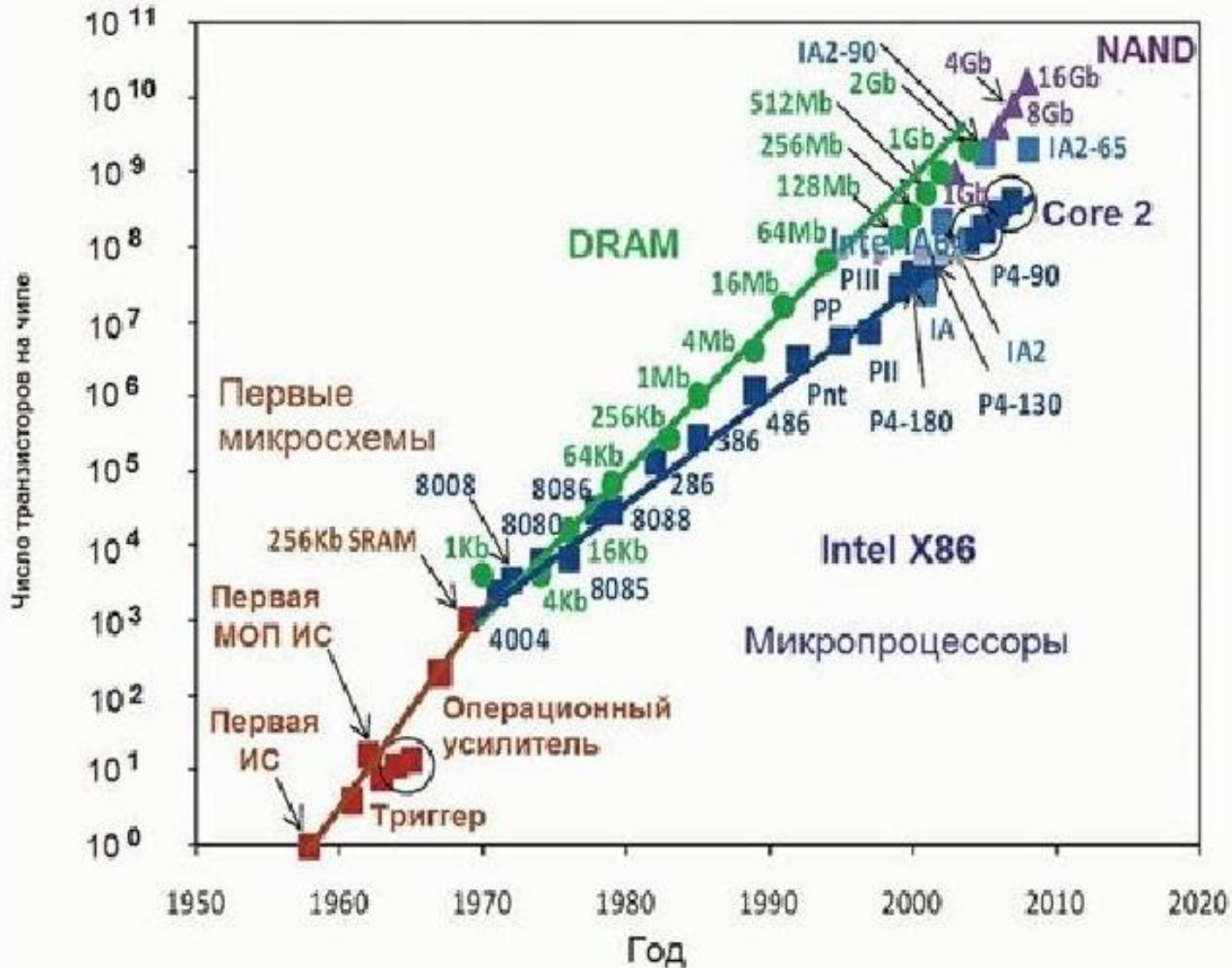


32 nm node

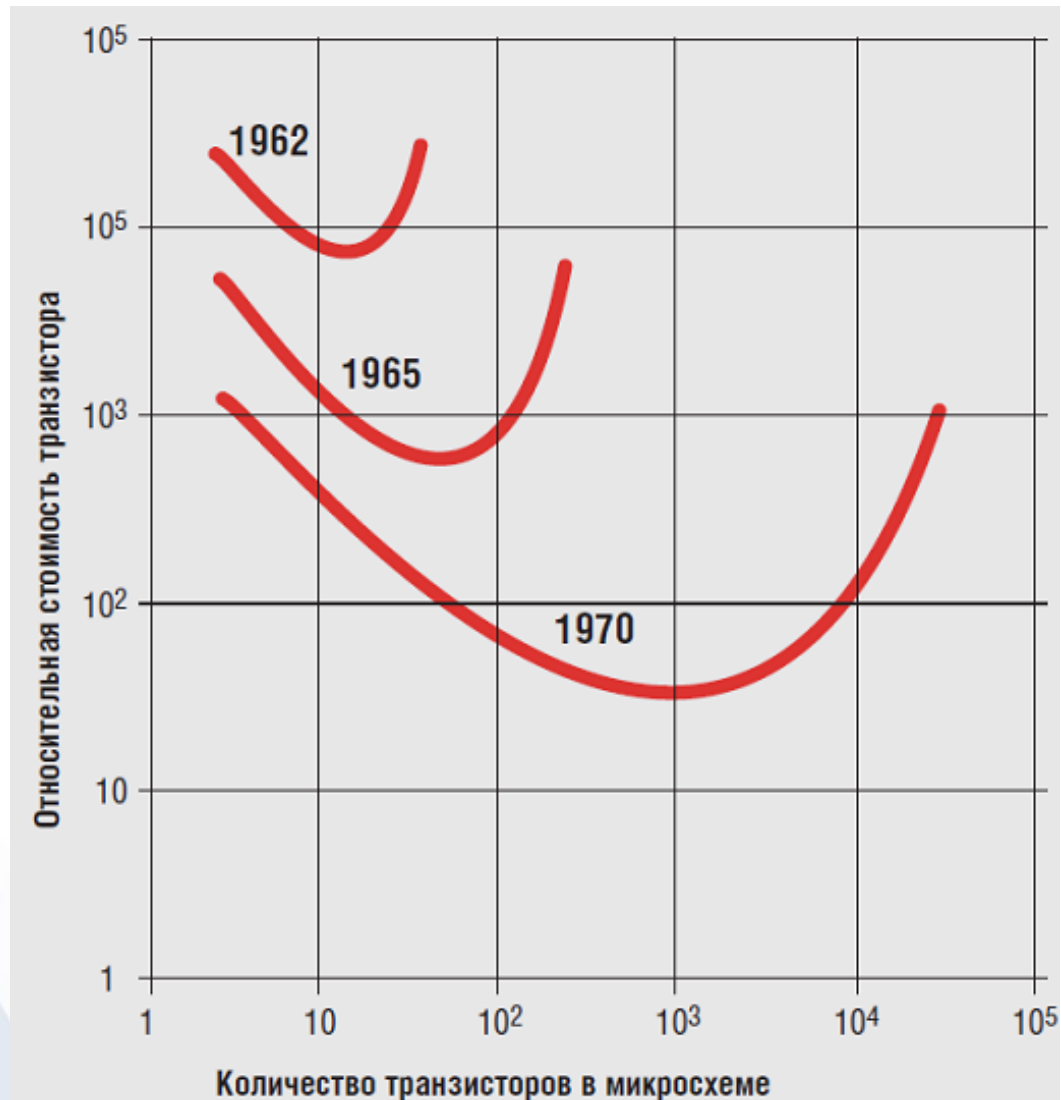


минимальная ширина базы для кремниевых транзисторов типа МОП (металл-окисел-полупроводник) в районе 25 нм.

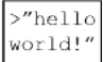



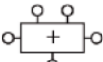




# Закон Мура



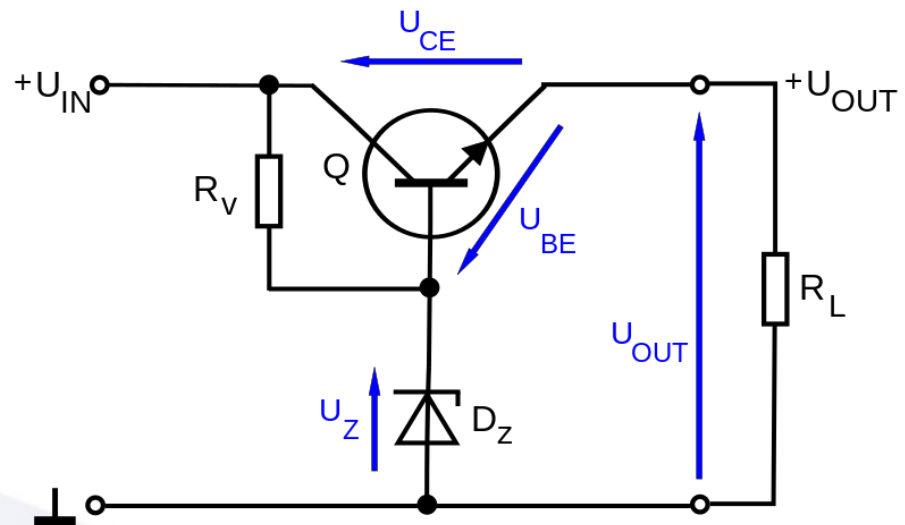
# Относительная стоимость транзистора



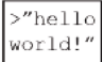



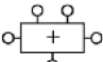




# Уровень аналоговых схем

Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

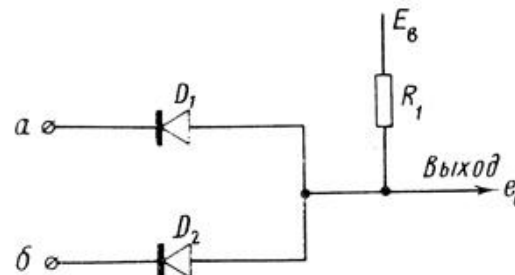
- В аналоговых схемах (Analog Circuits) полупроводниковые устройства (транзисторы, диоды и пр.) соединены таким образом, чтобы они образовывали функциональные компоненты (усилители, стабилизаторы и пр.)



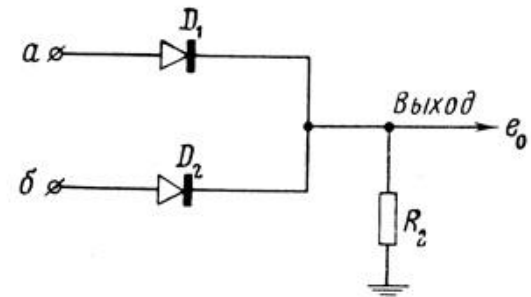
# Уровень цифровых схем

Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

Цифровые схемы (Digital Circuits) используют два строго ограниченных дискретных уровня напряжения (логический нуль и логическая единица).



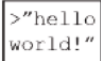



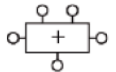




а) Простая схема „И“



б) Простая схема „ИЛИ“

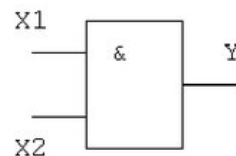


# Уровень логических устройств

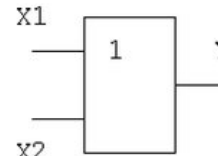
Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

Соединение простейших цифровых элементов в логические блоки, предназначенные для выполнения команд

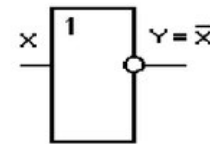
**TODO: Алгебра логики**



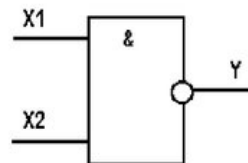
И



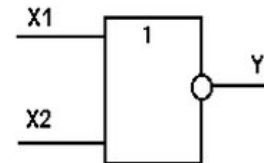
ИЛИ



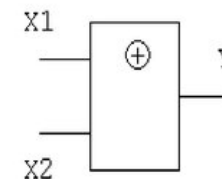
НЕ



И-НЕ



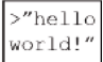



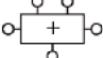




ИЛИ-НЕ



Исключающее  
ИЛИ



# Уровень микроархитектуры

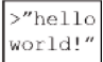



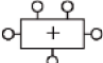




Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons

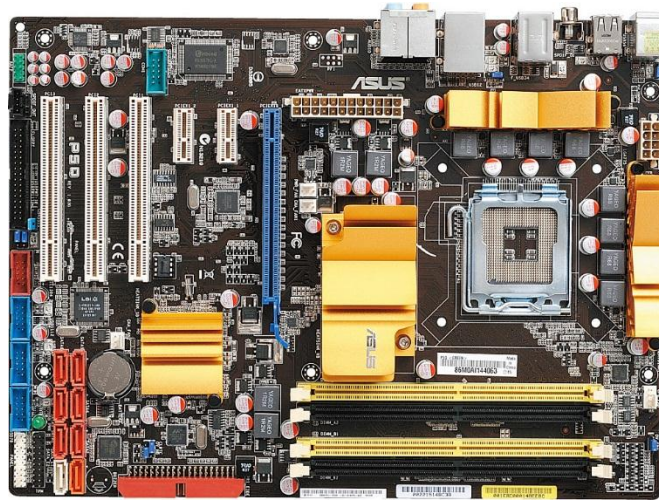
Способ реализации набора команд в процессоре.

Архитектура Intel x86, используемая микропроцессорами большинства ПК, определяется набором инструкций и регистров (памяти для временного хранения переменных), доступных для использования программистом.

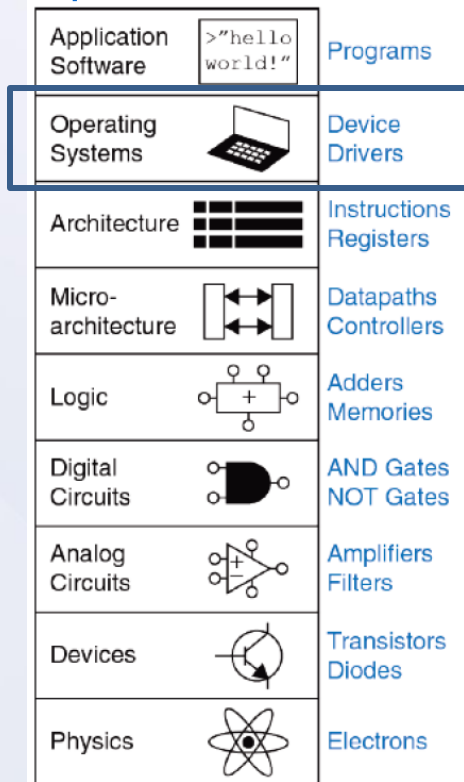
- CISC
- RISC
- MISC
- VLIW

# Уровень архитектуры

Application Software		Programs
Operating Systems		Device Drivers
Architecture		Instructions Registers
Micro-architecture		Datapaths Controllers
Logic		Adders Memories
Digital Circuits		AND Gates NOT Gates
Analog Circuits		Amplifiers Filters
Devices		Transistors Diodes
Physics		Electrons



# Уровень операционной системы



Операционная система (operating system) управляет операциями нижнего уровня.

Функции ОС:

- Загрузка приложений в оперативную память и их выполнение.
- Стандартизированный доступ к периферийным устройствам (устройства ввода-вывода).
- Управление оперативной памятью (распределение между процессами, виртуальная память).
- Управление доступом к данным на энергонезависимых носителях (таких как жёсткий диск и т. д.), организованным в той или иной файловой системе.
- Пользовательский интерфейс.
- Сетевые операции, поддержка стека протоколов.



# Классы архитектур ВС

Классификация архитектур средств обработки информации была предложена профессором Стенфордского университета США М. Дж. Флинном в 1966 г.

**SISD** (Single Instruction stream / Single Data stream) или  
ОКОД (Одиночный поток Команд и Одиночный поток Данных)

**ЭВМ**

**SIMD** (Single Instruction stream / Multiple Data stream) или  
ОКМД (Одиночный поток Команд и Множественный поток Данных)

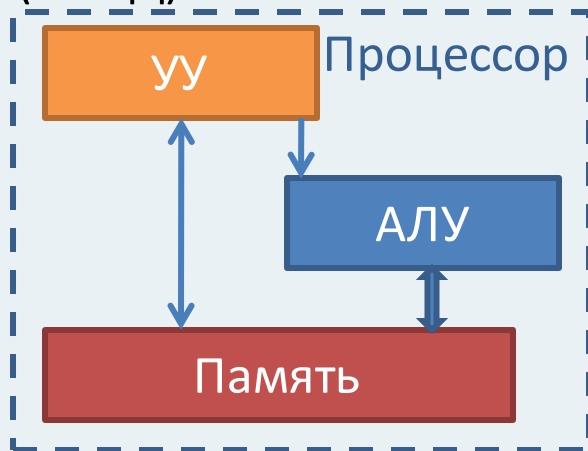
**MISD** (Multiple Instruction stream / Single Data stream) или  
МКОД (Множественный поток Команд и Одиночный поток Данных)

**MIMD** (Multiple Instruction stream / Multiple Data stream) или  
МКМД (Множественный поток Команд и Множественный поток Данных)

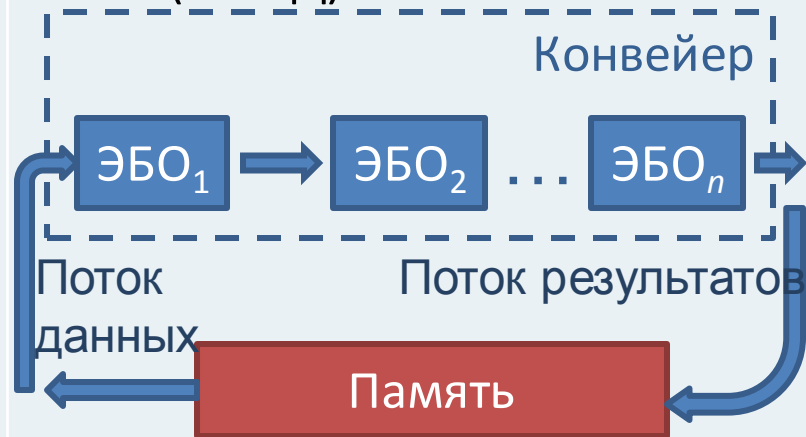
**ВС**

# Классы архитектур ВС

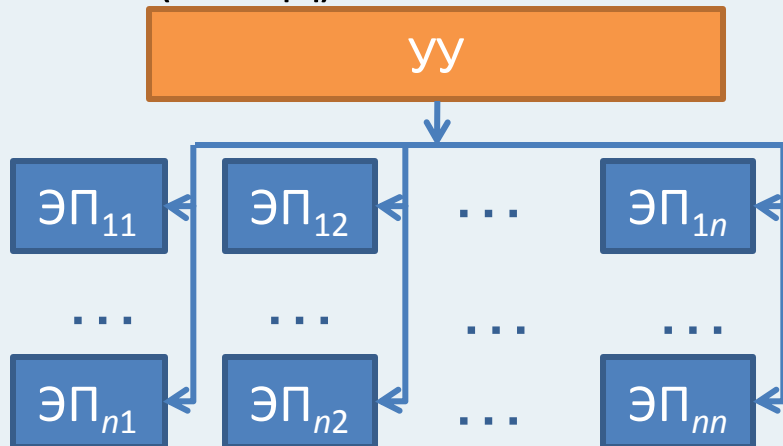
SISD (ОКОД)



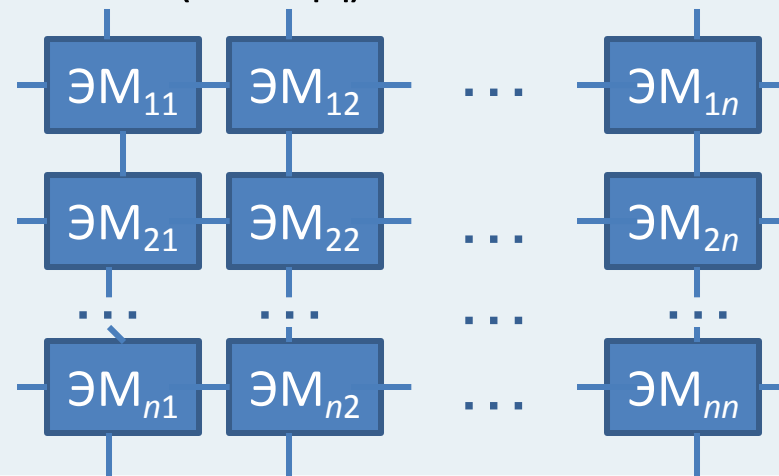
MISD (МКОД)



SIMD (ОКМД)



MIMD (МКМД)



# Литература

Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005; 2-е издание, 2008.

Хорошевский В.Г. Инженерные анализ функционирования вычислительных машин и систем. – М.: “Радио и связь”, 1987.